

18.

612.274

高 壓 ト 人 體 呼 吸 瓦 斯 代 謝

(高壓時及ビ濃厚酸素吸入時ニ於ケル瓦斯代謝)

岡山醫科大學生理學教室(主任生沼教授)

醫學士 赤 枝 裕

醫學士 那 須 操

[昭和16年10月3日受稿]

第1章 緒 言

氣壓低下=隨伴スル空氣中ノ酸素分壓ノ減少=依ル諸種機能變化ハ各方面ヨリ研究セラレ近年航空ノ發達ハ航空醫學研究ノ重要性ヲ認識セラルル=至リコノ方面=關スル研究業績モ亦多シ。然ル=一方潜水業ノ隆盛=依リ之ハ他ノ勞動ト異ナリ深海ノ高壓=耐ヘツツ作業スル關係上唯=潜水病ヲ誘發スル關係ノミナラズ酸素分壓ノ增加=伴フ諸種新陳代謝=及ボス影響ハ特別ノ研究ヲ要スルコトトナリ海軍當局=於テ既=高壓室ヲ利用スル研究行ハレ其ノ成果ハ各方面ヨリ注目セラルル=至リ。吾々平壓下ニテ生活現象ヲ管メル者ガ酸素分壓ノ增加セル高壓下ニテハ諸種新陳代謝機能=何等カノ變化ヲ來スコトハ想像シ得ラルル所ナリ而モ近時潜水、潜函作業ノ進歩興隆ト共=高壓=ヨル生理現象ノ探究モ益々盛ントナレリ。周知ノ如ク潜水作業ハ高壓空氣中ノ作業ニシテ潜水作業=ヨル疾病ハ高壓ヨリ急=常壓ニ復スル際ノ壓力ノ激變ヲ主ナル原因トナスモノニシテ所謂潜函病=關スル内外ノ文獻ハ多數アルモ之ガ其ノ基礎ヲナス高壓生理=關スル方面ノ業績ハ誠ニ寥寥タルモノナリ。此處=於テ此度我が教室=於テハ當教室=整備シアル高壓「タンク」ヲ利用シ高壓ノ人體=對スル種々ノ生理的現象ヲ探究スルコトトナリ

余等=ハ瓦斯代謝變化ノ調査ヲ生沼教授ヨリ命ゼラル。即チ42%ノ酸素分壓=相當スル高壓「タンク」内(2氣壓)=於ケル安靜時瓦斯代謝ト平壓下ニ安靜時=正常空氣吸入量=42%酸素加空氣吸入ヲナシタ時トフ比較研究ノ主旨トシテ本實驗ヲ企圖シ高壓作業ノ保健衛生上=何等カ得ル所アルヲ思ヒ小實驗=ハ過ギザレ共其ノ得タル成績ヲ技=報告セントス。猶ホ被檢者トシテ教室員3名ガ之=當リ其ノ外=海女 „Ama“ フ三重縣志摩郡ヨリ招キ比較的高壓下ニテ潜水作業=從事スルモノト彼我對照ヲナスコトヲ得タリ。

抑々コノ高壓生理=關シ實驗的=人體ニ試ミタル最初ノ人ハM. Greenwood=依レバHersent氏(1893)ヲ以テ嚆矢トス。以來高壓酸素吸入ガ動物體=及ボス有害作用=就テハハSchmidt u. Davidハ二十日鼠ガ90—94%ノ酸素ヲ、海濱ガ40—60%ノ酸素ヲ吸入スルト數日後何レモ肺患ヲ起シテ斃ルルヲ實驗シ又Smith氏ハ0.7—1.8氣壓ノ酸素ヲ鼠、小鳥等ノ小動物ガ吸入スルト肺患ヲ起シテ斃ルルヲ認メBornstein u. Stroink兩氏ハ1.2氣壓ノ酸素ヲ犬、猫ニ持續シテ吸入セシメ2,3日後=斃ルルヲ認メタリ。猶Bornsteinハ3氣壓酸素(平壓ニテハO₂含量90%相當ス)ヲ吸入スル場合48分ニシテ上下肢ノ痙攣ヲ起ス

ヲ實驗セリト。本邦ニ於テハ健山氏ハ30封度迄ノ高壓デハ呼吸容量ハ僅ニ減少シ排泄炭酸瓦斯量、消費酸素量共ニ減少スト云ヘリ。田中、神林兩氏ノ高壓室内ニ於ケル實驗ニ於テハ呼吸量、排泄炭酸瓦斯量、酸素消費量ハ15封度迄ハ大凡壓力ニ從ヒテ減少セシガ20封度以上30封度迄ニ於テハ普通壓ヨリハ減少セシガ15封度ヨリハ一般ニ増加セリト。Boynstein氏ハHamburgノElbtunnel内ニテ人及ビ動物ノ高壓實驗デハ呼吸瓦斯代謝ニ變化ナシト云ヒHill and Macleodハ1氣壓或ハソレ以上ノ高壓デハ酸素消費量ハ減少スト。尙ホSpeck氏ハ高壓環境ニテハ酸素消費量ハ増加セリト報告セリ。斯クノ如ク諸家ノ意見一致セズト雖モ大體ニ於テ高壓下ニテハ呼吸瓦斯代謝ハ減少シ勢力代謝ノ減退ヲ説ケル者多キガ如シ。

第2章 實驗裝置並ニ實驗方法

當教室ニ整備セル直徑1.7m高サ2.2mノ「圓筒形鐵製高壓タンク」デアリ。壁ノ厚サハ1cmニシテ側壁ニハ直徑29cmノ「ガラス窓」ト長徑58cm、横徑40cmノ出入口アリ。出入口ヲ密閉スル時ハ完全ニ2本ノ通氣管ニ依リテノミ内外ノ空氣ヲ交通ス。實驗ハ2氣壓乃至2.5氣壓ニテ行ヒ高壓上昇時迄ハ2氣壓迄ニ30分、復原時間ハ30—40分間ヲ要セリ。高壓實驗ニ際シ加壓ニ從ヒ溫度ノ上昇スルコトハ周知ノコトニシテ溫度ノ影響ヲ可及的ニ避ケルタメニ水ヲ置キ、又外部ヨリ水ヲ注ギ「タンク」内溫度ヲ概ネ外氣温トナセリ。而シテ密閉室内實驗ノ際、炭酸瓦斯汚染ニヨル影響アルヲ思ヒシガ健山、細川兩氏ニ依レバ炭酸瓦斯含有量増加ハ極メテ僅微ニシテ實驗成績ニハ何等影響ナシト述ベタリ。2氣壓ニ達シテヨリ約5分間安靜ニシ呼吸、脈搏ノ一定セルヲ確メテ後、呼吸量ヲDouglas氏囊ニ採集シHaldane氏裝置ヲ健山氏ノ改良セル勞研式瓦斯分析器ヲ用ヒテ炭酸量(%), 酸素量(%)ヲ測定シ之ヨリ排出CO₂量(cc)

消費O₂量(cc)及ビ呼吸商ヲ測定シ0°C1氣壓ニ換算セリ。Douglas氏囊内呼吸ハgasmeterヲ利用シ1氣壓下デ其ノ容積ヲ求メタリ。對照トシテ平壓下實驗ニハ實驗前少クトモ15分間安靜ニシ呼吸、脈搏ノ一定セル後、吸入瓣ト排出瓣ヲ有スル圓筒Ventilニテ兩端ノ中央ヨリ口腔ヲ通ジテ吸入セシメ内容80立方有スルDouglas氏囊數箇ヲ用意シテ之ニ收メルコトセリ。高壓實驗ニハ心身ノ苦痛ト疲勞ヲ伴フカラ最モ心身ノ状態ノ良イ日ニ行ツタ。「タンク」内實驗ニハ少クトモ2名ノ助手援助ガ必要デアリ。本實驗ニテ「タンク」内外ノ通信ハ主トシテ筆談ニヨル鐵壁ノ約束ニ依ル「ノック」ニシテ電話ノ設備アルモ高壓ノタメ難聴アリテ利用シナカツタ。總テ呼吸ハ一見容易ナル如キモ前述ノ如キ器具ヲ口ニ挿ミ且鼻ヲ擱ミテ行フモノナレバ安靜呼吸ハ甚ダ難事ノ難事ニ屬ス余等ノ實驗ニ於テハ一定期間練習ヲ積ミテ大體ニ於テ呼吸量ニ一定値ヲ求メラルル様努力セリ。斯ル意味ニ於テ呼吸實驗ノ被檢者ハ研究ノ主旨ノ完全ナル理解者デナケレバナラヌカラ本實驗ノ被檢者ハ健康ナル當教室員デアリ。今回實驗ニ於テハ對照トシテ比較的高壓環境ニ在ル海女「Ama」ヲ三重縣志摩郡ヨリ招聘シ彼我對照スルコトセリ。彼女等ハ20歳乃至35歳ノ健康ナル女子ニシテ主トシテ夏季7, 8, 9ノ3箇月間ハ毎日約6—7時内外ノ海底ニテ魚介作業ニ従事シ他ノ期間ハ専ラ農ヲ業トヘルト云フ。Haldane瓦斯分析器並ニ勞研式瓦斯分析器使用上ニ就テ余等ノ採レル方法ノ注意事項ヲ記サン。

1) Haldanl分析器ノ分析容量ハ20ccニシテ1目盛0.05%ノ正確サヲ有シ且50%迄測定可能ナリ。勞研式分析器ハ1回ノ分析容量10ccニシテ30%迄測定可能ニシテ2目盛0.1%ノ正確サヲ有スルモ練習ニヨリ尙ホ0.01%迄ハ可成リノ正確サニテ讀ミノ判定ヲ行ヒ得タリ。尙ホ平壓下2氣壓下ニテ採集セル呼吸ハ同一材料ヲ兩器ニテ同時ニ分析シ誤差ノ少ナカラシメテ期セリ。

2) 「ピウレット」管内へ使用前1%ノ稀硫酸ヲ以テ備ニ濕潤酸性トナシ之ニ依リ苛性加里ノ侵入ニヨリ幾分「アルカリ性」トナレル管内ヲ中和シ同時ニ苛性加里液管ニ通ジテ CO₂ ヲ吸收セシメル際ニ苛性加里液ヨリ分析瓦斯中ニ出ヅル水分蒸發ノタメノ誤差ヲ防ゲリ。

3) 吸收液濃度及ビ吸收用試薬

炭酸瓦斯ヲ吸收セシム可キ苛性加里溶液ハ奥山氏ニ依レバ5—10%濃度ノモノガ吸收時間最短ナルヲ以テ10% KOH ヲ使用セリ。又酸素瓦斯ヲ吸收セシムル pyrogallol 溶液モ同氏ノ實驗ニ依リ49% KOH = 10% pyrogallol ヲ加ヘタモノヲ使用シ調製後直ニ使用スルコトナク窒素ニ飽和スルヲ待チテ使用ニ供セリ。10% 焦性没食子酸ヲ含ム飽和苛性加里液ハ酸素ノ吸收ガ鋭敏迅速ハナイガ遙ニ安定デ貯藏ニ耐ヘ時々分析スル時ニ用ユルト便利デアル。

4) Pyrogallol 溶液ヲ入ルル管ト外界空氣トヲ遮斷スル部分ハ苛性加里飽和溶液ヲ以テセリ。奥山氏ニ依レバ此部分ニ水、石油ヲ用フル從來ノ方法ハ苛性加里ノ濃厚溶液ヲ用フルニ比シ大イニ劣ルト云フ。

5) 「ピウレット」内汚染サレタル時ハ其ノ中ニ硝酸ヲ吸上ゲ數時間又ハ1晝夜放置シ次ニ水デ洗ヒ最後ニ1%程度ノ稀硫酸デ洗ヒ實驗誤差ヲ防止セリ。猶ホ其ノ他一般ノ注意事項ハ Haldane ノ書ニ從ヘリ。

實驗時ノ身體的症狀 (高壓)

余等ノ高壓實驗ニハ上昇時間ヲ30分、復壓時間ヲ30—40分トシ實際ニハ大シタ障病モナク無事終了シタリト雖モ高壓實驗ノ全經過中ニ於ケル身體的變調トシテ壓力ヲ上昇スレバ第1ニ感ズルハ鼓膜ノ變化ニシテ壓力上昇開始ト殆ト同時ニ兩鼓膜ニ一種ノ壓迫感ヲ覺ヘ時トシテ個人ニ依リ耳痛、頭痛、倦怠感ヲ訴ヘタリ。而シテ之等症狀ハ風邪、「鼻咽頭カタル」ノ際ニ劇シク而シテ前記症狀モ嚙下運動ヲナスコトニ依リ多クハ消失セリ。

Phillip Silberstern 氏ハ壓力15封度上昇セシムルニ10分ヲ要スレバ人體ニ害ナシト云ヘルモ余等ノ2氣壓上昇時間ハ30分内外トシ上記 Phillip Silberstern ノ記セシ時間ヨリモ遙ニ大ナリト雖モ前記諸症狀ヲ訴ヘタリ。斯クノ如ク増壓時、下降時ニ長時間ヲ要スルハ實際上ノ潜水作業ト大差アル處ナルモ被檢者ハ習慣ナキタメ最初ハ一種ノ恐怖感アリタルタメナリ。余等ノ2氣壓乃至2.5氣壓程度ノ高壓デハ流涎、呼吸困難、痙攣等ハ見ラレナカツタ。高壓空氣送氣中ニ耳性障病ヲ訴フル者モ送氣ヲ止メ一定高壓ニ止ムル時ハ漸次消失セシモ此際鳥井、大谷兩氏ニ依レバ聽力ニ變化ヲ來スモノニシテ高壓内聽力ハ壓力25封度迄ハ氣壓ノ加ハルニ從ヒ低調音ノ聽力ハ漸進的ニ良好トナルモ壓力25封度以上トナレバ却テ不良トナルト云ヘリ。柏木氏ハ高壓ノ機械的作用ニ基ク障病トシテ潜函病ノ急性水泡性鼓膜炎1例、前額竇内出血1例ヲ報告セリ。減壓時ニハ余等ノ場合30—40分ヲ要シ假令 Caisson 病ト名付クル程度ノ障病ニ至ラズト雖モ頭痛、鼓膜牽引感、冷感等ヲ訴ヘタリ。細川氏ハ減壓途中ニテ鼻汁増加シ之ヲ鏡檢セシニ赤血球ヲ混ゼザルモ Pyramidon 血液反應ハ著明アリキト。又鍵山氏ハ高壓實驗全經過中15封度ニテ在留時間45分間ノ後、1氣ニ之ヲ零封度ニ下降セシメタル時ニ兩膝蓋部ニ疼痛ヲ發シ丁度 Caisson 病ノ Benda「ベンド」型ニ似タ症狀ヲ呈シタガ翌日ハ緩解シ引續キ實驗ニ着手セリト云ヘリ。今回余等ノ高壓實驗デハ上昇時30分、下降時30—40分ヲ要シ高壓ニ依ル機械的障病ヲ少クシ、無事實驗ヲ終了シ得タリ。

第3章 實驗成績

第1. 平壓ト2氣壓時ニ於ケル瓦斯代謝教室諸先生ノ援助ヲ得テ3名及ビ海女4名ニ就テ測定シテ左ノ成績ヲ得タリ(第1表—第3表)。但シ海女ニ於テハ短日月ニ實驗ヲ終リタル爲器具ヲ以テスル呼吸ニ不慣レノ爲ニ思ハシキ成績例ヲ得ザルモ

大體=教室員=準ズ可キ結果ガ得ラレ、海女ト言 ムル事ハ出來ナカツタ。以下表=從ツテ説明セン
フ特別ノ生活環境=基ク特異ノ呼吸瓦斯代謝ヲ認 トス。

第 1 表 被 檢 者 那 須

例	實驗日時	實驗溫度 (分)	呼吸數 (分)	脈搏數 (分)	吸氣ノ組		呼氣量 (分) (立)	吸氣量 (分) (立)	呼氣ノ組		酸素攝取 量 ハ	炭排(分) 酸出(平)均 量ハ	呼 吸 商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
1 正 常 氣 空 氣 壓 吸 入 下 例	I 1939 4/XI p.m. 3h30'	10°	17	81	20.96	0.04	8.49	8.49	17.48	3.49	295 (271)	293 (269)	0.99		
	p.m. 9h30'	7.5°	17	66	"	"	6.53	6.54	17.20	3.64	247	235	0.95		
	II 6/XI p.m. 3h	14°	19	75	"	"	8.68	8.67	17.79	3.25	273 (277)	278 (272)	1.01		
	"	14°	20	84	"	"	8.10	8.11	17.53	3.33	280	266	0.95		
	III 8/XI p.m. 2h	14.7°	17	75	"	"	7.50	7.60	18.10	2.70	235 (237)	199 (217)	0.84		
	"	14.7°	18	75	"	"	8.30	8.30	18.10	2.86	238	234	0.98		
	IV 11/XI p.m. 2h30'	12.5°	15	81	"	"	5.50	5.54	17.41	3.00	202 (211)	163 (196)	0.81		
	"	12.5°	15	75	"	"	7.28	7.27	17.92	3.17	219	228	1.04		
2 正 常 氣 空 氣 壓 吸 入 下 例	I 1939 4/XI p.m. 4h15'	12.6°	18	84	20.96	0.04	12.80	12.80	19.53	1.46	183 (203)	181 (199)	0.99	減少 68cc	減少 70cc
	"	12.7°	19	90	"	"	14.50	14.50	19.43	1.53	222	216	0.98	(25.1%)	(26.0%)
	II 6/XI p.m. 4h	14.7°	21	72	"	"	12.15	12.16	19.18	1.74	214 (209)	211 (209)	0.98	減少 68cc	減少 63cc
	"	14.5°	21	78	"	"	14.81	14.81	19.58	1.43	204	206	1.00	(24.5%)	(23.2%)
	III 8/XI p.m. 4h	15.5°	19	81	"	"	14.84	14.99	19.57	1.61	237 (223)	232 (227)	0.97	減少 14cc	增加 10cc
	"	15.5°	18	87	"	"	14.17	14.17	19.42	1.60	218	221	1.01	(5.9%)	(4.6%)
	IV 11/XI p.m. 3h10'	12.5°	16	84	"	"	12.10	12.10	19.45	1.55	184 (196)	183 (192)	0.99	減少 15cc	減少 4cc
	"	12.5°	15	81	"	"	12.10	12.10	19.24	1.70	208	201	0.97	(7.1%)	(1.0%)

以上第 1 表ノ 4 例中酸素攝取量=關シテハ多少 瓦斯排出量=關シテハ 1 例ノ 增加(4.6%)ヲ除イテ
=關ラズ減少ノ傾向ヲ示シ(5.9%—25.1%), 炭酸 他ハ何レモ減少ノ傾向ヲ示シタ(1.0%—26.0%).

第 2 表 被 檢 者 小 坂

例	實驗日時	實驗溫度 (分)	呼吸數 (分)	脈搏數 (分)	吸氣ノ組		呼氣量 (分) (立)	吸氣量 (分) (立)	呼氣ノ組		酸素攝取 量 ハ	炭排(分) 酸出(平)均 量ハ	呼 吸 商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
1 正 常 氣 空 氣 壓 吸 入 下 例	I 1939 15/XI	8.2	18	72	20.96	0.04	11.56	11.55	18.03	3.03	340 (332)	345 (328)	1.02		
	"	8.2	17	72	"	"	10.62	10.63	17.90	2.95	323	310	0.96		
	II 17/XI	10.0	16	72	"	"	7.99	8.00	17.88	2.98	245 (240)	237 (232)	0.95		
	III 22/XI	10.0	16	72	"	"	7.99	8.00	18.05	2.85	235	224	0.95		
2 正 常 氣 空 氣 壓 吸 入 下 例	I 1939 15/XI	13.5	15	60	20.96	0.04	21.48	21.45	19.55	1.60	300 (306)	336 (324)	1.12	減少 26cc	減少 4cc
	"	13.5	15	60	"	"	19.06	19.06	19.33	1.68	312	312	1.0	(7.8%)	(1.2%)
	II 17/XI	11.0	15	60	"	"	17.66	17.66	19.43	1.58	270 (290)	272 (276)	1.0	增加 50cc	增加 44cc
	"	11.0	15	60	"	"	18.70	18.73	19.34	1.53	309	279	0.9	(20.8%)	(19.0%)
	III 22/XI	7.0	14	60	"	"	16.32	16.32	19.42	1.58	251	251	1.0	減少 33cc	不變 0cc
	"	7.0	13	60	"	"	16.87	16.85	19.45	1.60	250 (249)	263 (259)	1.05		
	"	7.0	14	60	"	"	16.37	16.35	19.38	1.65	245	263	1.07	(11.7%)	(0%)
	"	7.0	14	60	"	"	16.37	16.35	19.38	1.65	245	263	1.07		

以上第2表ノ3例中酸素攝取量=關シテ1例増 1例不變, 他ノ1例=僅カノ減少(1.2%)ヲ認メ
 加(20.8%)シ他ノ2例ハ減少(7.8%—11.7%)シ タ.
 タ. 炭酸瓦斯排出量=關シテハ1例増加(19.0%),

第 3 表 被 檢 者 林

例	實驗日時	實驗溫度	呼吸數(分)	脈搏數(分)	吸氣ノ成		呼氣量(分)	吸氣量(分)	呼氣ノ成		酸素攝取量(分)	炭酸瓦斯排出量(分)	呼吸商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
1 空氣吸入正常例	I 1939 19/XI p.m. 3h	12	20	72	20.96	0.04	9.00	9.00	17.75	3.20	289	284	0.98		
	II "	12	21	72	"	"	8.70	8.72	17.58	3.23	298	278	0.93		
2 空氣吸入正常例	I 1939 19/XI p.m. 4h	13.0	19	71	20.90	0.04	16.84	16.86	19.29	1.65	285	270	0.95	減少 5cc (1.7%)	減少 7cc (2.5%)
	II "	13.5	19	71	"	"	17.00	17.00	19.24	1.68	293	279	0.95		

コノ場合共=僅カノ減少(酸素1.7%), (炭酸瓦斯2.5%)ヲ示シタ.

即チ以上3名ノ成績ヲ通覽スル=酸素攝取量=關シテハ小坂ノ1例ヲ除イテ多少=關ラズ殆ド總テ減少ノ傾向ヲ示シタ(1.7%—25.1%). 又炭酸瓦斯排出量=關シテハ1例増加, 1例不變他ノ4例=於テ減少ノ傾向ヲ示シタ(1.0%—26.0%).

第2. 濃厚酸素(空氣分壓ノ約2倍)吸入時=於ケル瓦斯代謝
 實驗成績第1=於テ2氣壓時=於ケル瓦斯代謝

ヲ檢シタル=大體=減少ノ傾向ヲ認メタルヲ以テ, 之ト併行シテ2氣壓時=於ケル酸素分壓=略ボ等シク平壓=於テ酸素濃度ヲ高メテ大體42%前後ト爲シタル空氣ヲ呼吸シテ得タル瓦斯代謝ヲ比較セリ.

被檢者トシテ教室員3名及ビ海女4名=就テ實驗セルトコロ次=表示スル成績ヲ得タ.

但シコノ場合呼吸開始ヨリ血中ガ濃厚酸素ニテ飽和サル=要スル時間5分以後ノ呼氣ヲ採集檢査セリ.

第 4 表 被 檢 者 林

例	實驗日	實驗溫度	呼吸數(分)	脈搏數(分)	吸氣ノ成		呼氣量(分)	吸氣量(分)	呼氣ノ成		酸素攝取量(分)	炭酸瓦斯排出量(分)	呼吸商	呼氣採集時間(m)	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)					O ₂	CO ₂
正吸入空氣例	I 1939 19/XI	12	17	72	20.96	0.04	9.00	9.00	17.75	3.20	289	284	0.98	1—3		
	II 19/XI	12	21	72	"	"	8.70	8.72	17.58	3.23	298	278	0.93	1—3		
濃厚酸素含有例	I 1939 4/XI	18	21	72	43.33	0.15	7.23	7.45	38.68	3.07	431	219	0.51	5—7	增加 142cc (49.1%)	減少 65cc (22.9%)
	II 4/XI	18	20	72	43.97	0.15	7.20	7.30	39.91	3.07	336	220	0.65	5—7	增加 38cc (12.8%)	減少 58cc (20.8%)

第5表 被檢者 赤 枝

例	實驗日	實驗溫度	呼吸數(分)	脈搏數(分)	吸氣ノ成		呼氣量(分)	吸氣量(分)	呼氣ノ成		酸素攝取(cc)	炭酸瓦斯排出量(分)	呼吸商	呼氣採集時間(m)	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)					O ₂	CO ₂
正常吸入空氣例	I 1939 15/X	20	15	70	20.96	0.04	7.90	7.90	17.36	3.33	284	290	0.92	5-7		
	II 23/X	16	15	72	"	"	7.41	7.47	17.02	3.32	304	243	0.80	5-7		
濃厚酸素含有例	I 1939 24/X	16	18	70	42.67	0.25	6.60	6.30	33.86	3.38	454	207	0.46	5-7	增加 170cc (59.9%)	減少 53cc (20.4%)
	II 1/XI	13	15	72	40.78	0.15	8.50	8.80	35.99	2.51	529	200	0.38	5-7	增加 225cc (74.0%)	減少 43cc (17.7%)

第6表 被檢者 那 須

例	實驗日時	實驗溫度	呼吸數(分)	脈搏數(分)	吸氣ノ成		呼氣量(分)	吸氣量(分)	呼氣ノ成		酸素攝取(cc)	炭酸瓦斯排出量(分)	呼吸商	呼氣採集時間(m)	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)					O ₂	CO ₂
正常吸入空氣例	I 1940 14/V p.m. 2h20'	27	17	74	20.96	0.04	6.55	6.61	17.38	2.93	247	189	0.77	5-7		
	II 19/V p.m. 2h50'	27	17	90	"	"	6.18	6.16	17.23	4.00	227	245	1.08	7-9		
濃厚酸素含有例	I 1940 14/V p.m. 2h30'	27	16.5	69	41.18	0.03	5.93	6.18	35.35	3.40	449	200	0.44	5-7	增加 202cc (81.8%)	增加 11.0cc (5.8%)
	II 19/V p.m. 3h	27	17	93	45.56	0.16	6.05	6.25	39.85	4.05	436	235	0.54	7-9	增加 209cc (91.1%)	減少 10.0cc (4.1%)

以上第4表—第6表ヲ通覽スルニ濃厚酸素ヲ吸入セル場合ニ於テハ正常空氣ヲ吸入スル場合ニ比シテ呼吸開始直後ハ勿論血中ガ濃厚酸素ニテ飽和セラレタリト考ヘラルル5分—10分間ノ呼氣ニ於テモ酸素攝取量ノ異常ノ増加ヲ認メタ、即チ全例ヲ通ジテ12.8%—91.1%ノ増加ヲ認メタ。炭酸瓦斯排出量ニ關シテハ那須ノ1例ニ於ケル僅カノ増加(5.8%)ヲ除キテ總テニ減少ヲ認メタ。其前者ニ比シテ減少率邊ニ低ク4.1%—22.9%ニ過ギザリキ。

倍テコレヲ實驗成績第1ト比較スルニ甚シク其ノ趣ヲ異ニシ酸素攝取量ニ關シテハ彼ハ減少ノ傾向ヲ示シコレハ著シク増加ヲ將來スル結果トナレリ。而シテ濃厚酸素吸入時ニ於ケル自覺症トシテハ可成永ク器具ヲ持テスル呼吸ト相俟ツテ呼吸ニ

可成ノ苦痛ヲ伴ヒ從ツテ實驗後ニ於テ脈搏數、呼吸ノ激増ヲ認メタル事アリ。

第3. 2.5氣壓時ニ於ケル瓦斯代謝

實驗成績第1ニ於テ酸素攝取量並ニ炭酸瓦斯排出量ヲ見ルニ大體ニ於テ何レモ減少ノ傾向ヲ示スモ、20%以上ヲ示スモノ那須ノ2例ニ過ギズ、他ハ總テ10%以下ヲ示シ、實驗誤差ヲ考フル時2氣壓時ニ於テハ認ム可キ著變ヲ來サザルヤヲ思ハシム。此處ニ於テ余等ハ再び教室員ノ援助ヲアオギ2.5氣壓時ニ於テ實驗セルトコロ、コノ場合可成リ認ム可キ成績ヲ得タリト信ズ。即チ3例ノ成績ヲ得タ。内那須ハ11回、他ノ2名ハ耳痛、其ノ他ノ臨牀症狀ノ爲各々1例ヲ得タルニ止ルモ皆ヨク一致スル事實ヲ確メ得タ(第7—9表参照)。

第 7 表 被 檢 者 那 須

例	實驗日時	實驗溫度	呼吸數 (分)	脈搏數 (分)	吸氣ノ成		呼氣量 (分) (立)	吸氣量 (分) (立)	呼氣ノ成		酸素攝取量 (分) (%)	炭酸排出量 (分) (%)	呼吸商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
平 壓 時 正 常 空 氣 吸 入 例	I 1940 7/II p.m. 2h2'	13 16	75	20.96	0.04	7.02	7.09	17.42	2.78	277	192	0.69			
	" "	13 16	75	"	"	7.12	7.18	17.40	2.92	266	205	0.77			
	II 9/II p.m. 4h50'	14 16.3	69	"	"	8.08	8.12	17.47	3.11	317	248	0.78			
	" "	14 16	69	"	"	7.65	7.68	17.63	3.00	289	226	0.86			
	III 8/V p.m. 8h30'	18 16	72	"	"	6.28	6.31	17.48	3.06	225	188	0.83			
	" "	18 16	72	"	"	7.51	7.52	17.74	3.13	246	232	0.94			
	IV 11/V p.m. 8h30'	18 17.5	69	"	"	7.13	7.17	17.63	2.87	246	202	0.83			
	" "	18 17.5	69	"	"	7.04	7.10	17.28	3.01	272	215	0.79			
2.5 氣 壓 時 正 常 空 氣 吸 入 例	I 1940 7/II p.m. 4h05'	11.7 17	66	20.96	0.04	13.16	13.20	19.57	1.11	191	141	0.74	減少 53cc	減少 45cc	
	" "	11.7 16.5	66	"	"	16.57	16.65	19.57	1.05	247	167	0.68	(19.5%)	(22.6%)	
	II 9/II p.m. 3h15'	14.0 16.	66	"	"	15.28	15.35	19.55	1.10	230	160	0.69	減少 53cc	減少 68cc	
	" "	14.3 16.5	63	"	"	16.52	16.58	19.57	1.12	242	178	0.72	(18.3%)	(28.7%)	
	III 8/V p.m. 10h45'	21.5 17	60	"	"	15.78	15.76	19.91	1.06	166	161	0.97	減少 87cc	減少 66cc	
	" "	22. 16.5	60	"	"	12.95	12.95	19.93	1.02	130	127	0.97	(37.0%)	(31.4%)	
	IV 11/V p.m. 10h	22 17.5	63	"	"	12.96	13.01	19.77	0.90	165	111	0.67	減少 90cc	減少 88cc	
	" "	22 17.	63	"	"	13.10	13.16	19.67	0.94	182	128	0.70	(34.8%)	(42.1%)	

第 8 表 被 檢 者 玉 尾

例	實驗日時	實驗溫度	呼吸數 (分)	脈搏數 (分)	吸氣ノ成		呼氣量 (分) (立)	吸氣量 (分) (立)	呼氣ノ成		酸素攝取量 (分) (%)	炭酸排出量 (分) (%)	呼吸商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
平 空 氣 吸 入 正 常 例	I 1940 22/V p.m. 10h40'	21 22	78	20.96	0.01	8.46	8.46	18.53	2.44	206	203	0.98			
	II "	21 21.5	78	"	"	9.83	9.81	18.72	2.48	206	240	1.16			
2.5 氣 壓 時 正 常 空 氣 吸 入 例	I 1940 22/V p.m. 11h40'	24 19	57	20.96	0.04	20.73	20.71	20.06	1.00	182	199	1.09	減少 30cc	減少 20cc	
	II "	24 18	57	"	"	20.82	20.78	20.11	1.00	169	204	1.20	(14.6%)	(9.0%)	

第 9 表 被 檢 者 大 月

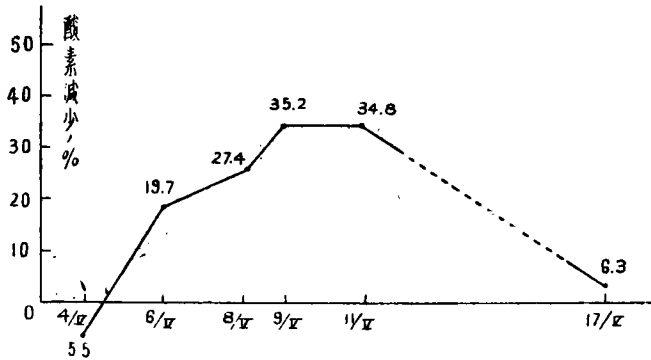
例	實驗日時	實驗溫度	呼吸數 (分)	脈搏數 (分)	吸氣ノ成		呼氣量 (分) (立)	吸氣量 (分) (立)	呼氣ノ成		酸素攝取量 (分) (%)	炭酸排出量 (分) (%)	呼吸商	判 定	
					O ₂ (%)	CO ₂ (%)			O ₂ (%)	CO ₂ (%)				O ₂	CO ₂
平 空 氣 吸 入 正 常 例	I 1940 5/VI p.m. 1h30'	23	21	75	20.96	0.04	11.53	11.53	18.05	2.98	336	339	1.01		
	II "	23	24	75	"	"	12.45	12.45	18.34	2.65	326	225	1.00		
2.5 氣 壓 時 正 常 空 氣 吸 入 例	I 1940 5/VI p.m. 2h50'	26.8	20	72	20.96	0.04	27.69	27.64	19.96	1.13	264	301	1.14	減少 56cc	減少 19cc
	II "	26.8	20	72	"	"	29.97	29.94	19.95	1.12	236	324	1.13	(16.9%)	(5.7%)

即チ全例ヲ通シテ酸素攝取量、炭酸瓦斯排出量
 共ニ増加例皆無ニシテ何レモ著明ナル減少ヲ示シ
 タ。而モ大月ノ1例ヲ除キテ何レモ10%—40%
 近クノ減少率ヲ示シテキル。
 次ニ余等ハ當教室先輩池宗等ノ述ベシ氣壓變化

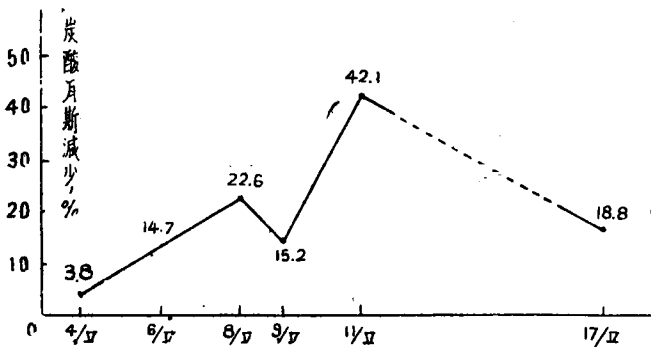
ニヨル身體順應ノ有無程度ヲ檢セントシテ2.5氣
 壓下ニ於テ日ヲ追ヒテ瓦斯代謝ノ狀況ヲ見タルニ
 各個體ノ順應ハ勿論日月ノ經過ト共ニ實驗繼續中
 ハ瓦斯代謝モ著變ヲ示シ、少時實驗ヲ放置スルト
 順應ガ破レテクル事ガ窺ハレタ(第10表參照)。

第 1 0 表

2.5 氣壓時ニ於ケル酸素攝取量ノ狀況被、驗者(那須)



2.5 氣壓時ニ於ケル炭酸瓦斯排出量ノ狀況



第 4 章 總括竝ニ考按

以上述ベシ實驗成績ヲ茲ニ總括シテ考按セン。
 平壓下ニテ正常空氣ヨリモ高キ%ノ濃厚酸素
 (42%)吸入時ニハ呼吸ニ可ナリノ困難ヲ感ジ時ニ
 安靜呼吸ハ妨グラレ時脈搏、呼吸ノ増加ヲ認メ
 タコトアルモ身體ノ自覺症狀ハ正常空氣吸入時ト
 大差ナカリキ。「高壓タンク」内ニテハ那須ノ1例
 ノ除キ他ハ悉ク呼吸、搏脈ノ減少ヲ認メタ、高壓
 ノ脈搏ニ及ボス影響ニ就テハ減少説(鍵山、細川)、

増加説(椋木、下山、木村、鈴木)アリテ諸家ノ意
 見一致セズ。又呼吸ニ關シテハ高壓下リテハ一般
 ニ減少説(椋木、鍵山、細川、Haldan1)多クスル
 呼吸、脈搏ノ減少ニ就テハ高壓下ニ在リテハ吾人
 生活現象ノ緩徐トナルコトニ歸セシモ其ノ本態ニ
 關シテハ今後ノ研究ニ俟ツ可キモノトス。余等ノ
 今回ノ主旨ハ瓦斯代謝變化ニシテ排泄炭酸瓦斯
 量、消費酸素量ニ就テハ實驗成績ニテ述ベシ如ク
 安靜時成績デハ正常空氣ヲ吸入シタ時ヨリモ42%

ノ酸素ヲ含ム空氣ヲ吸入シタ時ノ方ガ酸素量ハ多ク、又2氣壓ノ場合ニハ42%ノ酸素ヲ含ム空氣ト酸素分壓ヲ同ジクスルガ此場合ニハ酸素攝取量ハ著變ナキカ或ハ減少ヲ示セリ、以上兩成績ハ同一ナルベシト思ハルルニ濃厚酸素吸入時ニハ攝取酸素量ハ異常増加ヲ示シ之ハ一見奇異ノ觀ヲ呈スルヲ以テ再三實驗ヲ繰返シテ本成績ヲ得タルヲ以テ實驗上ノ誤差トハ早急ニ斷ジ難シ。平壓下ニテ安靜呼吸ヲナセシ者ガ急ニ濃厚酸素空氣ヲ肺胞内ニ吸入シ酸素分壓高マリシタメニ血液ニ多量ノ酸素ヲ溶解スルニ至ルコトハ勿論ナリトス。然レドモ高壓下ニ於テハ細胞ノ酸化機能ヲ減少スル爲メニ血液ノ O_2 攝取ヲモ減少スルモノナリ。又一般ニ環境室溫ノ上昇ニ依リ新陳代謝ニ及ボス影響ニ就テハ高溫ハ瓦斯代謝ヲ亢進セシムルコトハ既ニ先進諸家(大西, 石川, 田邊, 福田, Barbour)ノ實驗ニ依リ齊シク認メラルル所ニシテ余等ノ實驗ハ時恰モ昭和14年10月ヨリ12月ニ互リテ行ハレタルモノニシテ溫度ニヨル影響ハ認メラレナカツタ、又Nielsen und Hansen氏ハ45—47%ノ濃厚酸素吸入時ノ酸素攝取量ノ増加ニ就テハ酸素ノ擴散條件ニテハ説明出來ズ此際血中ニ溶解セル酸素量増加ハ1因子トナリ恐ラク循環系ニ何等カノ作用ヲ及ボスタメナリト云ヘリ。其ノ他酸素加空氣吸入時其ノ攝取量ノ増加說ヲ主張スル人ニRosenthal, A. V. Hill氏アリ。次ニ高壓下(2氣壓)ニ於テハ單位時間ニヨル排泄炭酸瓦斯量、攝取酸素量ハ著變ナキカ或ハ一般ニ減少ノ傾向ヲ示シ2.5氣壓トニテハ悉ク減少ヲ示シ諸家ノ意見ト一致スル所ナルモ3氣壓又ハソレ以上ノ瓦斯代謝ニ就テハ今後研究ノ餘地アルモノト信ズ。今日尙ホ呼吸瓦斯代謝ニ關シテハ諸家ノ見解一致セズ、Speck氏ハ高壓下ニテハ酸素攝取量ハ増加シ勢力代謝亢進ヲ説キBornsteih氏ハ高壓ニテハ呼吸瓦斯代謝ニ變化ナシト云ヒM. Greenwood氏

モ高壓下ニテハ肺胞内炭酸瓦斯量ハ影響ナシト述ベ、Hill and Macleod氏ハ高壓環境デハ瓦斯代謝量ニ炭酸瓦斯量ノ減少ハ高壓ニヨリテ組織内酸化作用ヲ妨ゲル所ノ高度ノ分壓ニ由ルト云ヘリ。又SmithハHaldaneトノ共同實驗ニ依リテ肺ヨリノ酸素消費ハan active physiological processニシテ普通ノ空氣ヨリモ高キTensionニ於テハ酸素ハ肺ニ刺戟ニ作用シ炎症ヲ起シ、更ニ高キTensionデハBertノ所謂toxic effectヲ起スト云ヘリ。細川氏ハ高壓下實驗ニテ酸素量ノ増減不定ナルモ寧ロ勢力代謝低下ノ傾向アルト云フ。高壓環境ニテ人體周圍ノ氣壓高マル時ハ肺胞内瓦斯成分ノ張力モ高マリ各々其ノ瓦斯成分ハ之ト平行シテ體液中ニ溶解スルコトハ「ボイル」ノ法則ヨリ明カナル所ニシテ今回余等ノ實驗デハ或程度迄炭酸瓦斯吸入ノ時ト同様ノ結果ヲ生ズベク細川、鎌山、早坂、板倉諸氏ノ研究成績ノ如ク呼吸瓦斯代謝機能低下ヲ來スモノト思惟セラルルモ又呼吸量減少ニ伴フ肺容積縮小モ恐ラク1因子ナルベク思ハルルモ其ノ機構ニ關シテハ複雑ニシテ今後尙ホ研究ヲ要スルモノト思ハル。

第5章 結 論

今回余等ハ岡山醫科大學生理教室内ニ整備シアール「高壓タンク」ヲ利用シテ高壓ノ際ニ於ケル主トシテ瓦斯代謝ノ變化ヲ觀察スルノ機會ヲ得タリ。而シテ被檢者ニハ我々教室員3名ノ外ニ三重縣志摩郡ヨリ海女„Ama“4名ヲ招キ我々平壓下ニ於テ普通生活ヲ營メル者ト潜水作業ニ從事シ比較的高壓環境下ニテ生活セル者トフ比較對稱セリ。既ニ前述セシ如ク海女ニ就テハ短時日ニ實驗ヲ終了シタ關係上器具ヲ以テスル不價レノ爲ト呼吸ニ對スル充分ナル理解無キタメ思ハシキ成績ヲ得ザリシヲ遺憾トス。平壓下「高壓タンク内」ニ濃厚酸素吸入時トニ分子々々比較實驗シ其ノ結果ヲ大約

セバ次ノ如シ。

1) 我々教室員ハ「2 氣壓タンク」内ニテハ排泄炭酸瓦斯量、攝取酸素量一般ニ減少ヲ示シ高壓下ニテハ勢力代謝減退シ呼吸瓦斯代謝ハ緩慢トナル傾向ヲ示セリ。

2) 濃厚酸素吸入時 (42%) ニハ 2 氣壓ノ場合ニ比シ酸素攝取量ノ異常増加ヲ來セリ。

3) 海女ト我々教室員トノ間ニハ大ナル差異ハ

無ク、海女ト云フ特別ノ高壓環境ニ依ル影響ハ認めラレナカツタ。(赤枝 裕昭)

稿ヲ終ルニ臨ミ御懇篤ナル御指導ト御校閲ヲ賜ハリシ恩師生沼教授ニ滿腔ノ謝意ヲ捧ゲ且實驗ニ當リ多大ノ御援助ヲ忝フセン林助教、小坂講師ニ感謝ノ意ヲ表ス。

文 獻

1) *Haldane*, Journal of Physiol. Vol. 13. S. 419, 1892. 2) *Haldane and Priestley*, Respiration. 3) *Haldane*, Methods of air analysis. 1912. 4) *Bornstein A.*, Deut. Med. Wochensch. S. 97, 1914. 5) *Bornstein, A.*, Berl. klin. Wochens. S. 1273, 1910. 6) *Bornstein u. Stroink*, Deut. med. Wochens. S. 1495, 1912. 7) *Haldane*, Jour. of Physiol. Vol 55, 1921. 8) *Haldane*, Jour. of Physiol. Vol. 13, 1892. 9) *Barbour*, Arch. f. exp. path. u. pharm. Vol. 70, 1912. 10) *Bornstein A.*, Pflügers Arch. Vol. 138, S. 609, 1911. 11) *Schmidt u. David*, Münch. med. Wochens. S. 25, 1911. 12) *Dr. Phillip Silberstern*, cit. from *Kagiyama*. 13) *Speck*, cit. from *Kagiyama and Hosokawa*. 14) *Hayasaka and Itakura*, Tohoku Jour. exp. Med. Vol. 18, 1931. 15) *Kagiyama*, Japanese Journal of medical Sciences Vol. 3. 3. Biophy. 16) *Okuyama*, Rodookagaku-kenkyu. 9k. 4g. 17) *Nielsen u. Hansen*, Skand. Arch. Physiol. Vol.

76, 1937. 18) *Hadden and Smith*, Jour. of Physiol. Vol. 24. S. 19, 1899. 19) *Hill and Macleod*, Jour. of Hygiene. Vol. 3. S. 401. 1903. 20) *M. Greenwood*, Britisch med. Jour. Vol. 1. S. 9 12. 1906. 21) *M. Greenwood*, Britisch med. Jour. Vol. 1. S. 914. 1908. 22) 柏木, 耳鼻咽喉科臨牀, 第28卷. 23) 猿田, 九大醫報, 第12卷. 24) 福田, 日本內科醫學會雜誌, 第19卷. 25) 早坂, 板倉, 海軍軍醫會雜誌, 第21卷. 26) 大西, 勞働科學研究, 第6卷. 27) 石川, 田邊, 勞働科學研究, 第5卷. 28) 下山, 海軍軍醫會雜誌, 第19卷. 29) 椋木, 海軍軍醫會雜誌, 第20卷. 30) 31) 木村, 鈴木, 海軍軍醫會雜誌, 第21卷. 32) 鎌山, 熊本醫學會雜誌, 第9卷. 33) 鳥井, 大谷, 日新醫學, 第18卷. 34) 橋本, 日新醫學, 第5卷. 35) 細川, 海軍軍醫會雜誌, 第25卷. 36) 椋木, 日本內科學會雜誌, 第13卷. 37) 大谷, 北越醫學會雜誌, 第44卷. 38) 田中, 神林, 東京醫事新誌, 第2875號. p. 1023. 39) 奥山, 勞働式呼吸瓦斯分析器.

*Aus dem physiologischen Institut der med. Fakultät Okayama.
(Direktor: Prof. Dr. S. Oinuma).*

**Einfluss des Hochdruckes auf den respiratorischen
Gaswechsel am Menschen.
(Gaswechsel bei Luftdruckerhöhung und bei Zuströmung
Konzentriertes Sauerstoffes)**

Von

Yutaka Akaeda und Misao Nasu.

Eingegangen am 3. Oktober 1941.

Der Verfasser hat einen Versuch über das am Titel genannten Problem angestellt. Als Versuchsperson wählte er drei Kollegen und vier Taucherinnen, welche für die Fischung der See-Muscheln geschäftlich zu tauchen gewöhnt sind.

Die Ergebnisse sind folgendermassen.

1) Unter 2 Atm. Druck erfuhren die Kohlensäureabgabe und die Sauerstoffaufnahme keine erhebliche Veränderungen höchstens nur kleine Verringerung.

2) Bei der Einathmung unter den normalen atmosphärischen Druck ca. 42% sauerstoffhaltige Luft die Sauerstoffaufnahme zeigt eine abnorm hohe Steigerung (12,8 - 91,1%).

3) Unter 2,5 Atm. Druck verringerte sich die aufgenommene Sauerstoff- und die abgegebene Kohlensäure-Menge ziemlich auffallend (10 - 40%). Es sei zu erwähnen, dass zwischen uns, sowie auch zwischen uns und Taucherinnen kein nennenswerter Unterschied beobachtet werden konnte.

(Autoreferat)